



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 44 37 399 A 1

②1 Aktenzeichen: P 44 37 399.6  
②2 Anmeldetag: 19. 10. 94  
④3 Offenlegungstag: 25. 4. 98

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 21 D 51/10**  
B 21 D 53/90  
B 23 P 13/00  
B 23 P 23/04  
F 01 L 1/04  
// B23K 10/00, 15/00,  
28/00, 11/00

DE 44 37 399 A 1

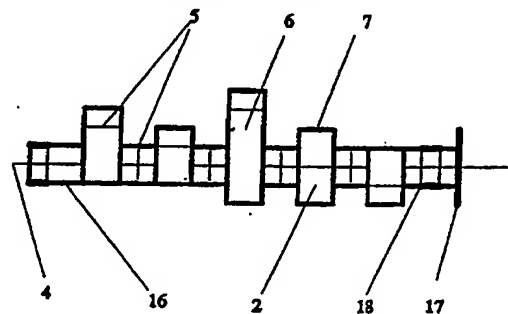
⑦1 Anmelder:  
Janßen, Manfred, Dr.-Ing., 47803 Krefeld, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Auerbach, B., Pat.-Anw., 08066 Zwickau

⑦2 Erfinder:  
Janßen, Manfred, Dr., 47803 Krefeld, DE; Oswald,  
Jürgen, Dr., 39120 Magdeburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Herstellen von gebauten Nockenwellen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑤7 Mit Hilfe der zu entwickelnden technischen Lösung sollen nicht nur die zum Herstellen erforderlichen Materialverbräuche, sondern zugleich der gesamte Fertigungsaufwand und die Eigenmasse der vorschlagsgemäß herzustellenden Nockenwellen auf ein technisches Minimum reduziert werden. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen (7) durch Vorfertigen von Blechformlingen (1) aus bereitgestellten Blechzuschnitten in Preß- und/oder Tiefziehformen mit anschließendem Verschweißen der Blechformlinge (1) an achsparallelen Trennebenen (5) der gebildeten Abschnitte des oder der Hohlnocken (2) mit den dazugehörigen Hohlwellenabschnitten (3), das Zusammenfügen mehrerer Segmente (6) der gebauten Nockenwelle (7) und der bedarfsweisen Nachbehandlung des erzeugten Hohlkörpers.  
Herstellen von gebauten Nockenwellen.



DE 44 37 399 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 98 602 017/178

9/32

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen durch Vorfertigen von Blechformlingen in Preß- und/oder Tiefziehformen mit anschließendem Verschweißen der Blechformlinge und bedarfsweiser Nachbehandlung des erzeugten Hohlkörpers und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die ursprüngliche technische Lösung für das Herstellen von Nockenwellen bestand im spanenden Bearbeiten von gegossenen, gewalzten oder geschmiedeten Rohlingen. Derartige technische Lösungen waren nicht nur mit einem hohen Materialverbrauch, sondern zugleich mit erheblichem Zerspanungsaufwand verbunden. Außerdem waren massive Nockenwellen durch eine hohe Eigenmasse gekennzeichnet.

Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, den Stand der Technik zu verbessern. Das Ziel für die Suche nach rationelleren Fertigungstechniken für Nockenwellen bestand dabei überwiegend in einem geringeren Materialverbrauch, in der Einsparung von Fertigungszeit und in der Reduzierung der Eigenmasse der erzeugten Nockenwellen.

So wird mit der DE 32 27 693 vorgeschlagen mittels Stanzen fertig bearbeitete Nocken auf einer Hohlwelle dadurch zu fixieren, daß eine Kunststofffüllung in die Hohlwelle eingefüllt und durch die damit bewirkte Aufweitung der Hohlwelle der Preßsitz der einzelnen Nocken auf der Hohlwelle erreicht wird. Diese Lösung enthielt die Gefahr des Ausbauchens der Hohlwelle an den Stellen außerhalb der Bandagenwirkung der die Hohlwelle umschließenden Einzelnocken. Darüber hinaus erforderte dauerhafte kraftschlüssige Verbindung das Aufrechterhalten der Ausfüllung der Hohlwelle mit dem eingepreßten Kunststoff.

Mit der DE 34 09 541 wurde eine technische Lösung bekannt gemacht, mit deren Hilfe fertig bearbeitete Nocken, Flansche und/oder Zahnräder auf einer Hohlwelle durch aufweitendes Umformen der Hohlwelle mittels unter Druck stehenden Fluid fixiert werden. Diese Lösung schloß ebenfalls nicht aus, daß es in Teilen der tragenden Hohlwelle zu unerwünschten Ausbauchungen kommen kann.

Die EP-A 02 13 529 schlägt zur Vermeidung der Nachteile der vorgenannten technischen Lösungen den Einsatz einer Sonde zum abschnittsweisen Aufweiten der Hohlwelle jeweils am Sitz eines auf der Hohlwelle anzuordnenden Arbeitselementes vor, wobei die Sonde mitgummieleastischen Dichtungselementen ausgestattet ist, die durch eine unzureichende Dauerfestigkeit und damit durch eine beschränkte Einsatzzeit gekennzeichnet sind.

Zur Verbesserung des Standes der Technik wird mit der DE 36 33 435 eine gebaute Nockenwelle bekannt gemacht, die aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Arbeitselementen besteht. Zwischen den vorgesehenen Preßsitzen des Wellenrohrs weist dieses bei unveränderter Wanddicke einen verringerten Durchmesser auf, so daß bei einem einheitlichen Druck des zum Aufweiten des Wellenrohres genutzten Fluids die gewünschte plastische Verformung des Wellenrohres auf die Bereiche der aufsitzenden Elemente beschränkt bleibt. Nachteilig ist an dieser Lösung lediglich die aufwendige Prozedur des Vorfertigens des benötigten Wellenrohres.

Mit der DE 37 27 057 wird eine Hohlwelle und ein Verfahren zur Herstellung dieser Hohlwelle mit dreh-

momentübertragenden Elementen beschrieben. Gemäß dieser Lösung werden ebenfalls fertig bearbeitete Arbeitselemente auf die Hohlwelle aufgeschoben, wobei die Arbeitselemente exzentrische Aussparungen oder partiell verkleinerte Innendurchmesser besitzen, so daß es beim Aufweiten des Rohres infolge des Vermeidens rotationssymmetrischer Passungen zu einer kraft- und formschlüssigen Verbindung zwischen Arbeitselementen und Hohlwelle kommt. Der Nachteil dieser Lösung besteht in der aufwendigeren Fertigung der Innenkonturen der Arbeitselemente und in der Notwendigkeit, einer Aufweitung der Hohlwelle außerhalb der mit Arbeitselementen bestückten Bereiche durch Verwendung von Aufweitungssonden oder die unbelegten Hohlwellenabschnitte abstützenden Werkzeugen vorzubeugen.

Der mit der DE A1 40 08 835 offengelegte Vorschlag sieht das Herstellen einer kraftschlüssigen Welle/Nabe-Verbindung unter Ausnutzung der Fähigkeit einer Formgedächtnislegierung vor. Durch entsprechende Temperatursteuerung und sinnvolle Wandstärkenreduzierung zwischen Hohlwelle und Arbeitselement einzubringender Mitnahmeelemente aus einer Formgedächtnislegierung wird erreicht, daß beispielsweise das mit einer sogenannten Martensit-Start-Temperatur unterhalb der Betriebstemperatur der Welle/Nabe-Verbindung lose eingebrachte Mitnahmeelemente anschließend in den austenitischen Zustand zurückgeführt wird, wobei es aufquillt und sich unter Vorspannung an die entsprechenden Fügeflächen anlegt. Die erforderlichen zusätzlichen Elemente, das Verwenden spezieller Materialien und die Anforderungen an die thermische Montageprozeßführung komplizieren diese technische Lösung.

Schließlich beschreibt die DE A1 41 12 365 eine Nockenwelle, die ebenfalls durch Preßsitzverbindungen zwischen Hohlwelle und aufgesetzten Arbeitselementen gekennzeichnet ist. Durch das Einarbeiten von Schwächungselementen in den Arbeitselementen wird beim Druckbeaufschlagung der Hohlwelle ein wirksames elastisches Ausweichen der Arbeitselemente bis zur plastischen Aufweitung der Hohlwelle in diesen Bereichen ermöglicht, so daß es nach Abschluß der Druckbeaufschlagung der Hohlwelle zu einem zuverlässigen Preßsitz zwischen Hohlwelle und Arbeitselement kommt. Diese Lösung setzt ebenfalls das Abstützen der Hohlwelle außerhalb der Nockenbereiche voraus, um das unerwünschte Aufweiten der Hohlwelle in diesen Bereichen zu verhindern.

Allen genannten technischen Lösungen haftet der gemeinsame Mangel an, daß sich die Massereduzierung gegenüber spanend hergestellter Nockenwellen auf die aus der Verwehdung von Hohlwellen resultierende Ersparnis beschränkt.

Unter Beachtung der gewünschten Massereduzierung wurde bereits mit der DE 29 14 095 ein Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle vorgeschlagen, das die Vorfertigung von Blechformlingen und das anschließende Verschweißen dieser Formlinge zu einer gebauten Nockenwelle vorsieht. Die Lösung ist dadurch charakterisiert, daß ausschließlich radiale Trennebenen vorgesehen sind, an denen die einzeln gefertigten Blechformlinge mit Rohrabschnitten zusammengefügt werden. Im Ergebnis ist eine vollständig als Hohlkörper ausgeführte Nockenwelle verfügbar, unabhängig davon, ob sie bedarfsweise mit einem gegossenen oder geschmiedeten Flansch ausgestattet ist. Der Nachteil dieser technischen Lösung besteht insbesondere im verhältnismäßig großen Umfang der erforderlichen

Schweißarbeiten und in einer konzentrierten Anordnung von Schweißungen in den nachträglich zu bearbeitenden Nockenarbeitsflächen.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von gebauten Nockenwellen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu entwickeln, womit die Nachteile des bekannten Standes der Technik überwunden werden. Mit Hilfe der zu entwickelnden technischen Lösung sollen nicht nur die zum Herstellen erforderlichen Materialverbräuche sondern zugleich der gesamte Fertigungsaufwand und die Eigenmasse der vorschlagsgemäß herzustellenden Nockenwellen auf ein technisches Minimum reduziert werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe im wesentlichen durch den kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 und 8 gelöst. Danach werden aus bereitgestellten Blechzuschnitten die Blechformlinge als Hälften des oder der Hohlnocken mit den dazugehörigen Hohlwellenabschnitten in Preß- und/oder Tiefziehformen gefertigt. Dabei werden die erzeugten Blechformlinge anschließend an der parallel zur Nockenwellenachse angeordneten Trennebene beschnitten und mit den auf gleiche Weise hergestellten Gegenstücken des Hohlkörpers verschweißt. Bedarfsweise erfolgt danach das Zusammenfügen mehrerer Segmente der gebauten Nockenwelle, jeweils bestehend aus wenigstens einem Hohlnocken mit den zugehörigen Hohlwellenabschnitten.

In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird die gesamte gebaute Nockenwelle aus zwei vorgefertigten Blechformlingen hergestellt. Dabei werden zum Zwecke des Formens von Hinterschnidungen bei der Formgebung von Hohlnockenabschnitten sowie zum Zwecke des Herausfahrens des Preßstempels aus der Matrize und zur Entnahme des Blechformlings aus der Matrize spezielle Formwerkzeuge verwendet. In diesem Fall ist es möglich, die gesamte gebaute Nockenwelle aus lediglich zwei Blechformlingen zusammenzufügen, wobei die Fügeebene planparallel zur Nockenwellenachse und in dieser Achse angeordnet ist.

Bei der Vorfertigung der Blechformlinge aus den Blechzuschnitten befindet sich die Trennebene/Fügeebene rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des Preßstempels der speziellen Formwerkzeuge. Die speziellen Formwerkzeuge sind dadurch gekennzeichnet, daß sie über bewegliche und antreibbare Schieberelemente verfügen, die sowohl am an der Matrize als auch am Preßstempel angeordnet sind. Diese Schieberelemente werden nach dem Schließen der Formwerkzeuge durch Verlassen ihrer Ausgangsstellung wirksam und dienen zur Formgebung der als Hinterschneidung ausgebildeten Bereiche des Blechformlings. Vor dem Ausfahren des Preßstempels aus der Matrize werden der oder die am Preßstempel angeordneten Schieberelemente in ihre Ausgangsstellung zurück geführt. Die an der Matrize angeordneten Schieberelemente müssen vor der Entnahme des Blechformlings in ihre Ausgangsstellung zurück geführt sein.

In einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung wird die Trennebene in den einzelnen Bereichen einer mehrgliedrigen Nockenwelle um die Achse der Nockenwelle verdreht. In diesem Falle werden zunächst einzelne Glieder der Nockenwelle, bestehend aus zumindest einem Hohlnocken mit zugehörigen Hohlwellenabschnitten, jeweils aus zwei Blechformlingen hergestellt, wobei die Trennebene im entsprechenden Nockenwellenabschnitt vorzugsweise so angeordnet ist, daß sie die Hohlwellenachse und die Längsachse

des Hohlnockens einschließt. Dadurch ist es möglich, die erforderlichen Blechformlinge unter Verwendung an sich bekannter Formwerkzeuge herzustellen. Die einzelnen derartig hergestellten Nockenwellenabschnitte werden entsprechend der erforderlichen Nockenstellungen zusammengeführt und mittels an sich bekannter Schweißverfahren an einer senkrecht zur Achse der Nockenwelle angeordneten Fügeebene der Hohlwelle miteinander verbunden. Auf diese Weise ergibt sich die um die Nockenwellenachse verdrehte Anordnung der achsparallelen Trenn-/Fügeebenen der einzelnen Nockenwellenabschnitte.

Die erforderlichen Blechzuschnitte für die Blechformlinge werden vorteilhaft mit Hilfe der Bearbeitungstechniken Nippeln, Feinschneiden, Stanzen, Laser-, Plasma- oder Wasserstrahlschneiden erzeugt.

Unter Verwendung von Formspeicherwerkzeugen werden die Blechformlinge durch kombiniertes Schalenpressen mit gleichzeitigem Kaltprägen der Blechzuschnitte hergestellt. Die Konturen der verwendeten Formspeicherwerkzeuge berücksichtigen dabei das notwendige Verformen elastischer Materialien, so daß nach Rückstellen der elastischen Formänderung des Blechzuschnitts die verbleibende plastische Verformung der erwünschten Sollform des Blechformlings entspricht.

Das Beschneiden der Blechformlinge nach der Verformung erfolgt an der oder den vorgesehenen Trenn-/Fügeebenen, wobei vorzugsweise die Bearbeitungstechniken mechanisches Beschneiden, Laser-, Plasma- oder Wasserstrahlschneiden verwendet werden.

Beim Zusammenfügen der Blechformlinge und bedarfsweise der Nockenwellensegmente werden bevorzugt die an sich bekannten Bearbeitungstechniken Reib-, Elektronenstrahl-Plasma-, Laser- und/oder elektrisches Widerstandsschweißen eingesetzt.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mit Hilfe eines speziellen Werkzeuges zum Durchführen des Verfahrens zum Herstellen von gebauten Nockenwellen gelöst.

Das Werkzeug besteht aus einer Matrize, einem Preßstempel, Auswerfern und antreibbaren und beweglichen Werkzeugelementen, wobei am Preßstempel und an der Matrize in den Bereichen herzustellender Hinterschnidungen des Blechformlings antreibbare und bewegliche Werkzeugelemente so angeordnet sind, daß Preßstempel und Matrize beim Schließen des Formwerkzeuges gegenüber dem Öffnungszustand veränderte Oberflächenkonturen besitzen. Die veränderten Oberflächenkonturen entstehen durch das Herausfahren von Schieberelementen aus ihrer Ausgangsstellung in die vorgesehene Endstellung. Mit dieser Entstellung der Schieberelemente entspricht die Oberflächenkontur der Formwerkzeuge weitgehend der Form des zu erzeugenden Blechformlings, der bei Verwendung der speziellen Formwerkzeuge — bezogen auf die gewählte Trenn-/Fügeebene-Hinterschnidungen — aufweisen kann.

Sowohl Preßstempel als auch Matrize der speziellen Formwerkzeuge besitzen steuerbare Mechanismen, mit deren Hilfe die beweglichen Werkzeugelemente zwischen ihren Ausgangs- und Endlagen bewegt werden können.

Vorzugsweise wird nach Abschluß des Formungsprozesses der Preßstempel des speziellen Formwerkzeuges erst dann aus der Matrize herausgefahren, nachdem das oder die beweglichen Werkzeugelemente in ihre Ausgangslage mit Hilfe des gekennzeichneten Mechanis-

mus zurück geführt wurden.

In gleicher Weise wird nach Abschluß des Formgebungsprozesses erst dann der erzeugte Blechformling mit Hilfe von Auswerfern aus der Matrize herausgehoben, wenn das Zurückführen des oder der beweglichen Werkzeugelemente der Matrize in deren Ausgangslage mit Hilfe des gekennzeichneten Mechanismus abgeschlossen ist.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung bestehen nicht nur in einem extrem geringen Materialverbrauch sondern gleichermaßen in verringerten Fertigungskosten und in einer minimalen Eigenmasse der gebauten Nockenwelle. Hinzu kommt der Ausschluß von lockerungsfähigen Preßverbindungen und die Möglichkeit, stabilitätsbeeinträchtigende Kerbwirkungen durch entsprechende Gestaltung der Übergänge zwischen Hohlnocken und Hohlwelle auszuschließen.

Die Erfindung soll nachstehend mittels Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

In der beiliegenden Zeichnung zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung einer aus zwei Blechformlingen gebauten Nockenwelle mit Kennzeichnung der Trenn-/Fügeebene;

Fig. 2 die schematische Darstellung einer aus mehreren Nockenwellensegmenten zusammengesetzten gebauten Nockenwelle mit Kennzeichnung der Trenn-/Fügeebenen;

Fig. 3 die schematische Darstellung des Querschnitts eines Nockenwellensegmentes ohne Hinterschneidungen;

Fig. 4 die schematische Darstellung des Querschnitts eines Nockensegmentes mit Hinterschneidung;

Fig. 5 die schematische Darstellung des Querschnitts einer Matrize mit beweglichem Schieberelement zur Formung einer Hinterschneidung;

Fig. 6 die schematische Darstellung des Querschnitts eines Preßstempels mit beweglichem Schieber zur Formung einer Hinterschneidung.

#### Beispiel 1

Benötigt wird eine gebaute Nockenwelle 7, bestehend aus insgesamt zwölf Hohlnocken 2 in Verbindung mit einer Hohlwelle 16 zur Ventilsteuerung eines Sechszylinder-Viertakt-Ottomotors. Die Nockenwelle 7 soll dreifach gelagert werden und einen Flansch 17 zur Befestigung einer Zahnkeilriemenscheibe besitzen. Dazu werden insgesamt drei verschiedenartige Segmente 6 als Bestandteile der Nockenwelle 7 vorgefertigt.

Die erste Form der vorzufertigenden Segmente 6 besteht aus einem Hohlnocken 2 mit beiderseitigem Hohlwellenabschnitt 3 und einseitiger Ausbildung eines Lagersitzes 18. Dieses Segment 6 wird für die Nockenwelle 7 sowohl in der Mitte als auch am Ende benötigt.

Die zweite Form der vorzufertigenden Segmente 6 besteht aus einem Hohlnocken 2 mit beiderseitigem Hohlwellenabschnitt 3, einseitiger Ausbildung eines Lagersitzes 18 und daran anschließendem Flansch 17. Dieses Segment 6 wird für die Nockenwelle 7 beim Zusammenfügen an einem Ende der Nockenwelle 7 benötigt.

Die dritte Form der vorzufertigenden Segmente 6 besteht aus einem Hohlnocken 2 und beiderseitigen Hohlwellenabschnitten 3. Dieses Segment 6 wird in neunfacher Ausführung beim Zusammenfügen der Nockenwelle 7 benötigt. Die einzelnen Segmente 6 werden jeweils aus zwei Blechformlingen 1 zusammengefügt, wobei die Blechformlinge 1 selbst durch Verwenden an sich bekannter Formwerkzeuge 12 aus Blechzuschnitt-

ten hergestellt werden.

Das Zusammenfügen der einzelnen Segmente 6 zur Nockenwelle 7 erfolgt unter Zuhilfenahme einer entsprechenden Lehre. Das Zusammenfügen der einzelnen Blechformlinge 1 zu Segmenten 6 an den achsparallel ausgerichteten Trennebenen 5 sowie das Zusammenfügen der einzelnen Segmente 6 zur Nockenwelle 7 erfolgt mittels Plasmaschweißen. Nach dem bedarfsweisen Ausrichten der zusammengefügteten Nockenwelle 7 werden die Oberflächen der Hohlnocken 2, der Lagersitze 18 und des Flansch 17 bedarfsweise in an sich bekannter Weise nachbereitet.

#### Beispiel 2

Benötigt wird eine gebaute Nockenwelle 7, bestehend aus insgesamt acht Hohlnocken 2 in Verbindung mit einer Hohlwelle 16 zur Ventilsteuerung eines Vierzylinder-Viertakt-Ottomotors. Die Nockenwelle 7 soll zweifach gelagert werden und einen Flansch 17 zur Befestigung einer Zahnkeilriemenscheibe besitzen.

Die Nockenwelle 7 wird aus zwei Blechformlingen 1 hergestellt. Die Blechformlinge 1 werden unter Zuhilfenahme spezieller Formwerkzeuge 12 gefertigt. Dazu werden vorbereitete Blechzuschnitte auf eine Matrize 11 des Formwerkzeuges 12 aufgelegt und mittels Preßstempel 10 zu Blechformlingen 1 umgeformt. Die Matrize 11 enthält bewegliche Werkzeugelemente 14 in Form von beweglichen und antreibbaren Schiebern, die in den Werkzeugbereichen für Hinterschneidungen 8 aufweisende Hohlnockenabschnitte 9 angeordnet sind.

Nach dem Einfahren des Preßstempels 10, der in den gleichen Bereichen adäquate Werkzeugelemente 14 in Form von beweglichen und antreibbaren Schiebern aufweist, werden die Werkzeugelemente 14 sowohl an der Matrize 11 als auch am Preßstempel 10 aus ihrer Ausgangslage in die vorgesehene Endlage bewegt, wodurch die gewünschte Oberflächenkontur 15 des Blechformlings 1 mit entsprechenden Hinterschneidungen 8 in einzelnen Hohlnockenabschnitte 9 gebildet wird.

Vor dem Ausfahren des Preßstempels 10 aus der Matrize 11 werden die beweglichen Werkzeugelemente 14 in ihre Ausgangslage zurückgeführt.

Vor der Betätigung der Auswerfer 13 zur Entnahme des Blechformlings 1 aus der Matrize 11 werden die beweglichen Werkzeugelemente 14 in ihre Ausgangslage zurück geführt.

Die beiden Blechformlinge 1 werden sodann an ihrer achsparallelen Trenn-/Fügeebene 5 mittels Wasserstrahlschneiden beschnitten und anschließend durch Laserschweißung an der Trenn-/Fügeebene 5 zusammengefügt. Die so gefertigte gebaute Nockenwelle 7 wird nach bedarfsweiser Ausrichtung an den Nockenebenen, den Lagersitzen 18 und am angeformten Flansch 17 im erforderlichen Umfang nachbearbeitet.

#### Bezugszeichenliste

- 1 — Blechformlinge
- 2 — Hohlnocken
- 3 — Hohlwellenabschnitt
- 4 — Nockenwellenachse
- 5 — Trennebene
- 6 — Segmente
- 7 — Nockenwelle
- 8 — Hinterschneidung
- 9 — Hohlnockenabschnitt
- 10 — Preßstempel

- 11 — Matrize
- 12 — Formwerkzeug
- 13 — Auswerfern
- 14 — bewegliche Werkzeugelement
- 15 — Oberflächenkontur
- 16 — Hohlwelle
- 17 — Flansch
- 18 — Lagersitz

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von gebauten Nockenwellen durch Vorfertigen von Blechformlingen in Preß- und/oder Tiefziehformen mit anschließendem Verschweißen der Blechformlinge und bedarfsweiser Nachbehandlung des erzeugten Hohlkörpers, dadurch gekennzeichnet, daß aus bereitgestellten Blechzuschnitten die Blechformlinge (1) als Hälften des oder der Hohlnocken (2) mit den dazugehörigen Hohlwellenabschnitten (3) in Preß- und/oder Tiefziehformen gefertigt werden, wobei die erzeugten Blechformlinge (1) anschließend an der parallel zur Nockenwellenachse (4) angeordneten Trennebene (5) beschnitten und mit den auf gleiche Weise hergestellten Gegenstücken des Hohlkörpers verschweißt werden, worauf bedarfsweise das Zusammenfügen mehrerer Segmente (6) der gebauten Nockenwelle (7), jeweils bestehend aus wenigstens einem Hohlnocken (2) mit den zugehörigen Hohlwellenabschnitten (3), vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte gebaute Nockenwelle (7) aus zwei vorgefertigten Blechformlingen (1) hergestellt wird, wobei zum Zwecke des Formens von Hohlnockenabschnitten (9) sowie zum Zwecke des Herausfahrens des Preßstempels (10) aus der Matrize (11) und zur Entnahme des Blechformlings (1) aus der Matrize (11) spezielle Formwerkzeuge (12) verwendet werden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennebene (5) in den einzelnen Bereichen einer mehrgliedrigen Nockenwelle (7) um die Achse (4) der Nockenwelle (7) verdreht gewählt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderlichen Blechzuschnitte für die Blechformlinge (1) mit Hilfe der Bearbeitungstechniken Nippeln, Feinschneiden, Stanzen, Laser-, Plasma- oder Wasserstrahlschneiden erzeugt werden.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechformlinge (1) durch kombiniertes Schalenpressen mit gleichzeitigem Kaltprägen der Blechzuschnitte in einem Formspeicherwerkzeug hergestellt werden.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Beschneiden der Blechformlinge (1) die Bearbeitungstechniken Scheren, Laser-, Plasma- oder Wasserstrahlschneiden verwendet werden.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zusammenfügen der Blechformlinge (1) und bedarfsweise der Nockenwellensegmente (6) die Bearbeitungstechniken Reib-, Elektronenstrahl-, Plasma-, Laser- und/oder elektrisches Widerstandsschweißen eingesetzt

werden.

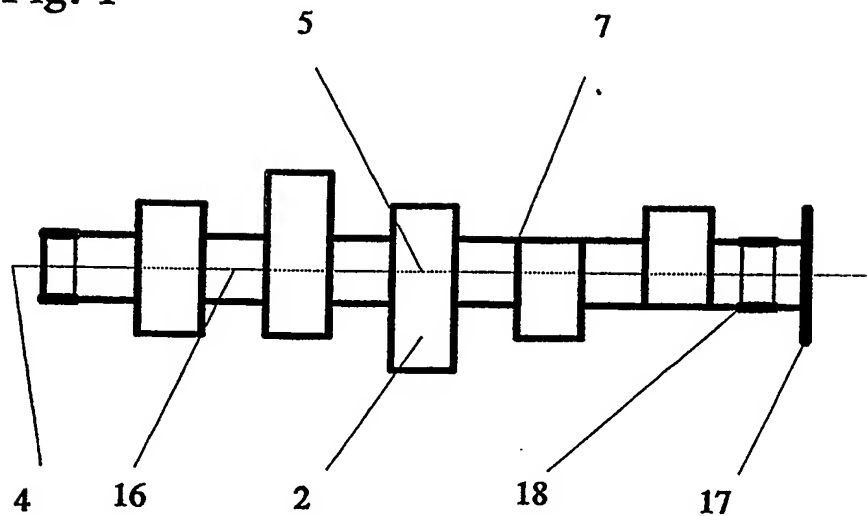
8. Werkzeug zum Durchführen des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, bestehend aus einer Matrize, einem Preßstempel, Auswerfern und antreibbaren und beweglichen Werkzeugelementen, dadurch gekennzeichnet, daß am Preßstempel (10) und an der Matrize (11) in den Bereichen herzustellender Hinterschnidungen (8) des Blechformlings (1) antreibbare und bewegliche Werkzeugelemente (14) so angeordnet sind, daß Preßstempel (10) und Matrize (11) beim Schließen des Formwerkzeuges (12) gegenüber dem Öffnungszustand veränderte Oberflächenkonturen (15) besitzen.

9. Werkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßstempel (10) einen das Einfahren des oder der beweglichen Werkzeugelemente (14) in den Ausgangszustand vor dem Herausfahren des Preßstempels (10) aus der Matrize (11) bewirkenden Mechanismus besitzt.

10. Werkzeug nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrize (11) einen das Einfahren des oder der beweglichen Werkzeugelemente (14) in den Ausgangszustand vor der Betätigung des oder der Auswerfer (13) bewirkenden Mechanismus besitzt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**Fig. 1**



**Fig. 2**

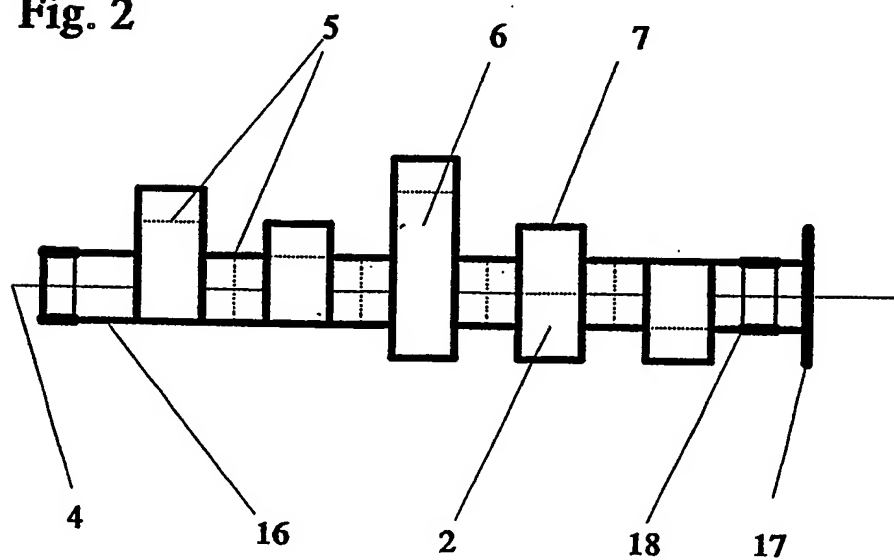


Fig. 3

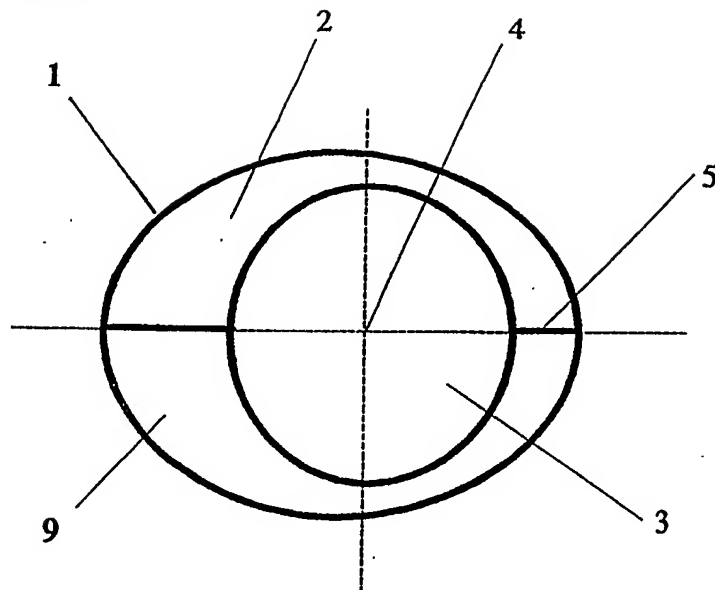


Fig. 4

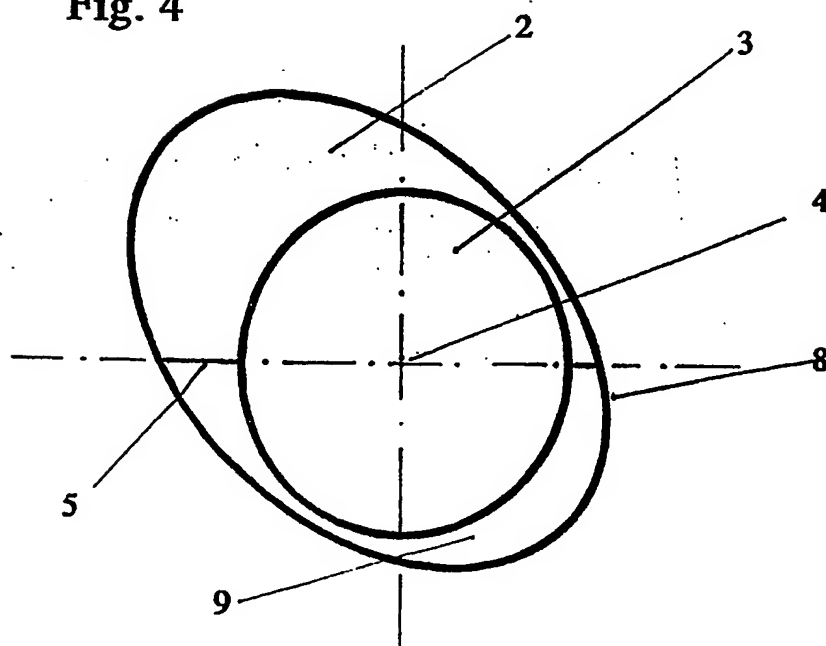


Fig. 5

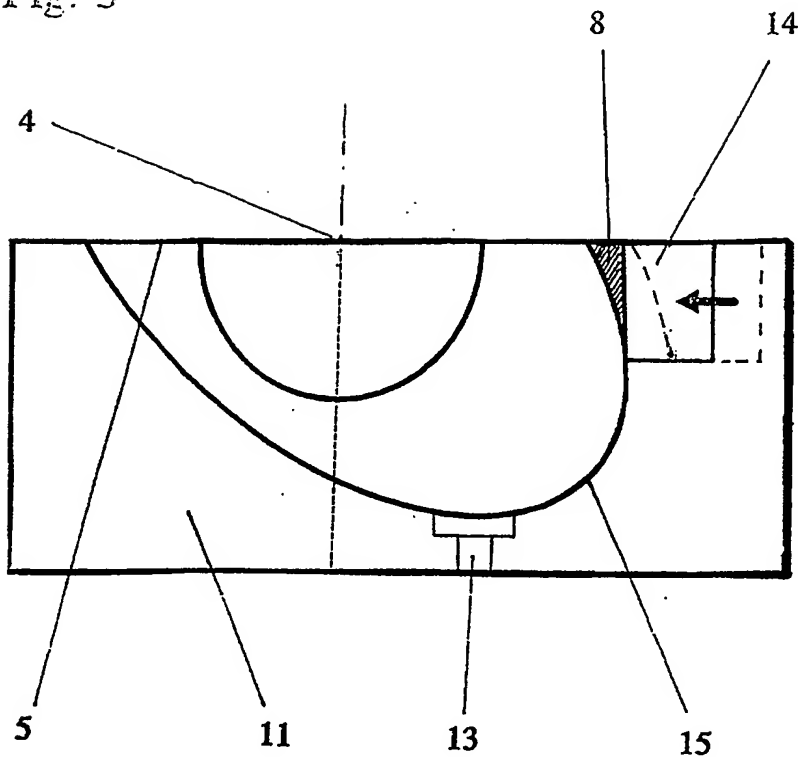


Fig. 6

